

## Beschreibung

## Antrieb für ein Schaltgerät

- 5 Die Erfindung bezieht sich auf einen Antrieb für ein Schaltgerät, bei dem gespeicherte Energie in eine schnelle Schaltbewegung umgesetzt wird und ein Schaltorgan aktiviert.

10 Für bestimmte Einsatzzwecke wie beispielsweise das Verhindern von Störlichtbögen werden im Bereich von Mittelspannungsschaltgeräten Antriebe mit hoher Schaltgeschwindigkeit gefordert. Dabei soll eine Schalthandlung elektronisch ausgelöst und innerhalb weniger Millisekunden beendet sein, um die Störlichtbogenenergie zu begrenzen. Zu diesem Zweck werden  
15 Antriebsprinzipien mit hoher Antriebsleistung und -energie benötigt.

Bisher werden folgende Antriebsprinzipien, die jeweils spezifische Eigenheiten haben, eingesetzt:

- 20 - Federspeicherantrieb: Probleme können bei schneller Entklinkung und aufgrund von Materialermüdung durch Kriechen od. dgl. entstehen.
- Magnetischer Antrieb: Dieser Antrieb ist wegen hoher bewegter Massen der Antrieb relativ langsam.
- 25 - Elektromagnetischer Wirbelstromantrieb: Mit einem solchen Antrieb sind große Hübe schwierig zu erreichen.
- Explosionsantrieb: Ein wesentliches Problem ist hierbei die geringe Lebensdauer (typisch 1x bis max.  $\approx 10x$ ).

30 Insbesondere letztere Explosionsantriebe sind in unterschiedlicher Ausbildung bekannt. Beispielsweise beschreibt die DE 35 45 327 einen solchen Antrieb, der mit einem explosiven Gasgemisch arbeitet. Die DE 102 05 369 A1 und die DE 297 23 872 U1 beinhalten solche Schaltglieder, bei denen  
35 pyrotechnische Materialien zum Unterbrechen des Stromkreises verwendet werden. Ähnliche Antriebseinrichtungen sind aus der GB 2 016 210 A und der US 3 700 970 A bekannt, wobei bei der-

artigen Einrichtungen neben dem schnellen Öffnen der Kontakte gleichermaßen eine Beblasung des Lichtbogens mit einem Löschmedium erfolgt.

- 5 Ausgehend vom vorstehend beschriebenen Sachverhalt ist es Aufgabe der Erfindung, einen verbesserten Antrieb für ein Schaltgerät zu schaffen.

10 Die Aufgabe ist erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

15 Gemäß der Erfindung wird entgegen dem Stand der Technik kein Explosionsantrieb realisiert. Vielmehr ist ein auf der Basis einer Funkenentladung, insbesondere einer Unterwasserfunken-  
entladung arbeitender Antrieb geschaffen, bei dem elektrisch gespeicherte Energie eingesetzt wird. Damit ist ein geeignetes Antriebsmedium, beispielsweise Wasser, aber auch andere  
20 geeignete flüssige oder gasförmige Medien, sehr schnell - im sub-Millisekundenbereich bis Millisekundenbereich - zu erhitzen und zu verdampfen und den dabei explosionsartig entstehenden Gasdruck zum Antrieb eines Schaltkontaktes zu verwenden. Die gesamte für die Schalthandlung notwendige Antriebs-  
energie wird dabei elektrisch zugeführt; dadurch ist diese  
25 Methode reversibel und, von Abnutzungserscheinungen abgesehen, nicht in der Zahl der Schalthandlungen eingeschränkt wie andere Methoden, bei denen pyrotechnische Treibsätze begrenzter Anzahl vorgehalten werden müssen und die Zahl der möglichen Schalthandlungen begrenzen. Die für die Energieumsetzung  
30 benötigte Funkenstrecke kann während der gesamten Betriebszeit spannungslos gehalten werden und wird nur beim Auslösevorgang kurzzeitig mit Spannung belastet, so dass keine ungewollte Selbstzündung erfolgen kann. Gegebenenfalls kann über eine Hilfsspannung ein zusätzlicher Hochspannungsimpuls auf  
35 eine Hilfselektrode gegeben werden, um den Zündvorgang zu unterstützen bzw. zu beschleunigen und die Eigenstreuung des Zündvorgangs zu verringern. Bei induktiver Entkopplung des

Hauptentladekreises kann dieser Hilfszündimpuls auch direkt auf eine der Hauptelektroden gegeben und so auf eine Hilfselektrode verzichtet werden.

- 5 Vorteile der Erfindung sind insbesondere die Repetierfähigkeit bei vollständiger Rekondensation/Rekombination des Arbeitsmediums, eine erheblich größere Lebensdauer als bei einem Explosionsantrieb, Wegfall der Notwendigkeit des Auswechselns bzw. der Lagerung von Explosivkartuschen. Die Antriebs-  
10 energie kann u.U., je nach Ausgestaltung der Schaltstrecke und der Anforderung bezüglich der Ausschaltzeit, direkt dem 230 V-Netz entnommen werden, so dass keine Energiespeicherung notwendig ist.
- 15 Besonderer Vorteil der Erfindung ist weiterhin, dass die Auslösung vollständig elektronisch - d.h. ohne elektromechanisch bewegte Teile - erfolgt, so dass keine zusätzliche mechanische Auslöseverzögerung berücksichtigt werden muss. Der Schaltvorgang wird bei Spannungen von einigen 100 V und Spitzenströmen von einigen 100 A bis 1000 A im Bereich weniger  
20 Millisekunden Stromflussdauer von Halbleiterschalt-elementen wie Thyristoren und IGBT's beherrscht, so dass keine alterungs-empfindlichen Bauteile wie Schalteröhren oder elektromechanische Hilfsschalter benötigt werden.
- 25 Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus nachfolgender Figurenbeschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung in Verbindung mit den Patentansprüchen. Es zeigen
- 30 Figur 1 das Prinzip der Erfindung angewandt auf einen Vakuumschalter und  
Figur 2/3 einen mit einem Antrieb gemäß Figur 1 elektrohydraulisch betätigten Schnellschalter mit Schließ-  
35 funktion, sowohl in geöffnetem als auch in geschlossenem Zustand.

In Figur 1 stellt 1 eine Vakuumschaltröhre dar, in der über einen Festkontaktbolzen ein Festkontakt starr angeordnet ist. Demgegenüber ist über einen axial verschiebbaren Kontaktbolzen ein Bewegkontakt angeordnet. Über einen Antrieb wird der Bewegkontakt von der dargestellten "Offen"-Position in die "Schließ"-Position gebracht.

Aus der Darstellung der Figur 1 ergibt sich der Vorteil des erfindungsgemäßen Antriebes gegenüber einem bekannten Explosivstoff-getriebenen Antrieb. Die Explosivstoff-gefüllte Sprengkapsel nach dem Stand der Technik wird hier ersetzt durch ein Druckgefäß 30, welches mit einem geeigneten Medium, insbesondere Wasser, gefüllt ist. Als Medien kommen Fluide, insbesondere Flüssigkeiten wie das bereits erwähnte Wasser, aber auch inerte Gase, wie z.B. Stickstoff oder Argon, in Frage. Das Fluid kann ionenleitende Zusätze enthalten.

Durch Zünden einer Funkenentladung in diesem fluiden Medium wird eine einer Explosionswelle ähnlichen Druckwelle erzeugt, welche den beweglichen Kontakt BK antreibt, im gezeigten Fall auf den Festkontakt zu. Damit wird eine entsprechende Schalthandlung und zwar im in Figur 1 gezeigten Fall ein Schließen des Kontaktsystems, durchgeführt, die nach Abkühlung/Rekondensation des verdampften Mediums reversibel ist und eine hohe mechanische Lebensdauer erreichen kann.

Die Bereitstellung der elektrischen Energie kann - wie anhand der Figur 1 gezeigt - beispielsweise über einen elektrischen Energiespeicher in Form eines Kondensators erfolgen, der im Bild gezeigte Schalter kann in Form eines IGBT oder LeistungsmosFETs oder auch als Thyristor mit Freilaufdiode ausgebildet sein. In einer besonders vorteilhaften Anordnung ist die elektrische Spitzenleistung so klein (einige 10 kW), dass sie in Form der zulässigen Kurzschlussbelastung direkt dem 230 V-Netz entnommen werden kann. Beispielsweise ist bei einer zu betätigenden Masse von 2 kg, einem geforderten Kontakthub von 15 mm und einer Schaltzeit von 5 ms nur eine

Energie von ca. 120 VAs nötig, wobei bereits ein Wirkungsgrad der Umwandlung elektrischer in mechanische Energie von 30 % angenommen wird; die zugehörige elektrische Leistung von ca. 24 kW wird von modernen Halbleitern beherrscht und kann u.U. dem Netz direkt entnommen werden. Andernfalls wird bei einer Ladespannung des Energiespeichers von typ. 311 V (entsprechend der Amplitude des 230 V-Netzes, unter Annahme einer Vollwellenbrücken-Gleichrichtung) eine Speicherkapazität von 2,5 mF benötigt.

Bei Zündung des Schalters wird an der Funkenstrecke eine ausreichend hohe Spannung aufgebaut, dass es zu einem elektrischen Überschlag im Antriebsmedium kommt; im weiteren Verlauf wird dabei ausreichend viel Energie im Antriebsmedium deponiert, dass dieses gegebenenfalls verdampft und anschließend so hoch erhitzt wird, dass der dabei entstehende thermodynamische Druck zur Betätigung des Bewegkontaktes ausreicht.

Entsprechend dem Stand der Technik sind Mittel vorhanden, um entsprechend den Anforderungen den Bewegkontakt in seiner Endstellung gegebenenfalls zu verlinken bzw. wieder in seine Ausgangsstellung zurückzuführen. Dies kann z. B. durch mechanische Klinken oder aber auch über Permanentmagnete erfolgen.

Um einen unvermeidlichen Zündverzug bei der im beschriebenen Beispiel ausgenutzten Überspannungszündung der Funkenstrecke zu verringern und statistische Schwankungen zu beseitigen, ist es vorteilhaft, einen separaten Hilfszündkreis mit höherer Zündspannung zu verwenden. Der zusätzliche, energiearme Auslöseimpuls kann dabei über eine zusätzliche Trigger Elektrode zunächst eine Teilentladungsstrecke zum Durchbruch bringen, welcher dann mit kurzem Zündverzug von nur wenigen Mikrosekunden die Hauptfunkenstrecke folgt.

Alternativ kann die spannungsseitige Elektrode des Hauptentladekreises für hohe Frequenzen induktiv vom Hauptentladekreis entkoppelt sein, so dass ein hochfrequenter Hochspan-

nungs-Hilfsimpuls direkt an die Funkenelektrode gekoppelt werden kann und zu einem verzugsarmen Durchbruch der Funkenstrecke führt.

- 5 In den Figuren 2 und 3 ist der anhand Figur 1 vorstehend im Einzelnen beschriebene elektrohydraulische Antrieb pauschal mit 30 bezeichnet. Er wirkt auf den axial beweglichen Bolzen, wobei in an sich bekannter Weise ein mechanischer Ver/Entklinkungsmechanismus 40 vorhanden ist. Der Ver/Entklinkungs-
- 10 mechanismus 40 ist an einer ortsfest angeordneten Halteplatte 41 gegenüber einer Verklankungsfeder 42 verschiebbar befestigt und wirkt über eine Klinke 43 auf den axial beweglichen Bolzen 20 mit Aufnahmeelement 24 für die Klinke 42. Es ist eine Öffnungsfeder 45 vorhanden, die in Figur 2 gespannt und
- 15 in Figur 3 entspannt ist.

In Figur 2 ist der elektrohydraulisch angetriebene Bewegkontakt 21 in geschlossener, mechanisch verlinkter Stellung gezeigt. Dabei ist die entsprechend dem Stand der Technik

20 vorhandene Öffnungsfeder 45 bereits gespannt. Die Energie zum Spannen der Öffnungsfeder 45 wird im gezeigten Ausführungsbeispiel vom elektrohydraulischen Antrieb 30, 31, 32 gemäß Figur 1 aufgebracht. Bei Betätigung des Entklinkungsmechanismus' 40 wird die Klinke 42 gelöst, die gespannte Öffnungsfeder 45 führt den Bewegkontakt 21 in den (geöffneten) Aus-

25 gangszustand zurück.

In Figur 3 ist der elektrohydraulisch angetriebene Bewegkontakt 21 in geöffneter, mechanisch entklinkter Stellung gezeigt, in der die Öffnungsfeder 45 entspannt ist.

30

Statt der anhand der Figuren 2 und 3 beschriebenen mechanischen Verklankung können auch solche Ver/Entklinkungsmittel vorgesehen sein, die magnetisch arbeiten, wofür Elektromagnete

35 geeignet sind.

## Patentansprüche

1. Antrieb für Schaltgeräte, bei dem gespeicherte Energie in eine schnelle Schaltbewegung zur Aktivierung eines Schaltorgans umgesetzt wird, wobei ein direkt oder indirekt erzeugter Druck zur Betätigung des Schaltorgans (21) dient, gekennzeichnet durch eine gesteuerte Energieumsetzung auf der Basis einer Funkenentladung, bei dem elektrisch gespeicherte oder dem Energieverteilungsnetz entnommene Energie eingesetzt wird, um ein Antriebsmedium zu verdampfen, wobei der dabei entstehende Gasdruck auf das Schaltorgan einwirkt.
2. Antrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Antriebsmedium ein Fluid, d.h. ein flüssiges oder gasförmiges Medium, ist.
3. Antrieb nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Fluid Wasser ist.
4. Antrieb nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Fluid ionenleitfähige Zusätze enthält.
5. Antrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einer innerhalb des Fluids angeordneten Funkenstrecke zur Energieumsetzung, dadurch gekennzeichnet, dass die Funkenstrecke (31, 32) während der Betriebszeit des Schaltgerätes (1) spannungslos ist und nur für den Auslösevorgang des Schaltorgans (21) kurzzeitig mit Spannung belastet wird.
6. Antrieb nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel (33, 34) zur Erzeugung eines Hochspannungsimpulses vorhanden sind und dass der Hochspannungsimpuls auf eine Hilfselektrode (32) der Funkenstrecke gegeben wird.
7. Antrieb nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Hochspannungsimpuls von einer Spannungsquelle (34) mit parallel geschaltetem Kondensator (33) erzeugt wird.

8. Antrieb nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Hilfselektrode (32) ein Schalter (35) zugeordnet ist.

5 9. Antrieb nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Schalter ein Halbleiterschalter, insb. IGBT, Leistungs-MOSFET oder Thyristor, ist.

10 10. Antrieb nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel zur induktiven Einkopplung des Hochspannungsimpulses vorhanden sind.

15 11. Antrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel (40 - 45) zum Ver-/Entklinken des axial beweglichen Bolzens (20) mit Bewegkontakt (21) vorhanden sind.

20 12. Antrieb nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Ver-/Entklinkungsmittel (40 - 45) mechanisch arbeiten.

13. Antrieb nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Ver-/Entklinkungsmittel (40 - 45) magnetisch arbeiten.

25 14. Antrieb nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Energie zum Verklinden vom elektrohydraulischen Antrieb (30) aufgebracht wird.

30



FIG 1

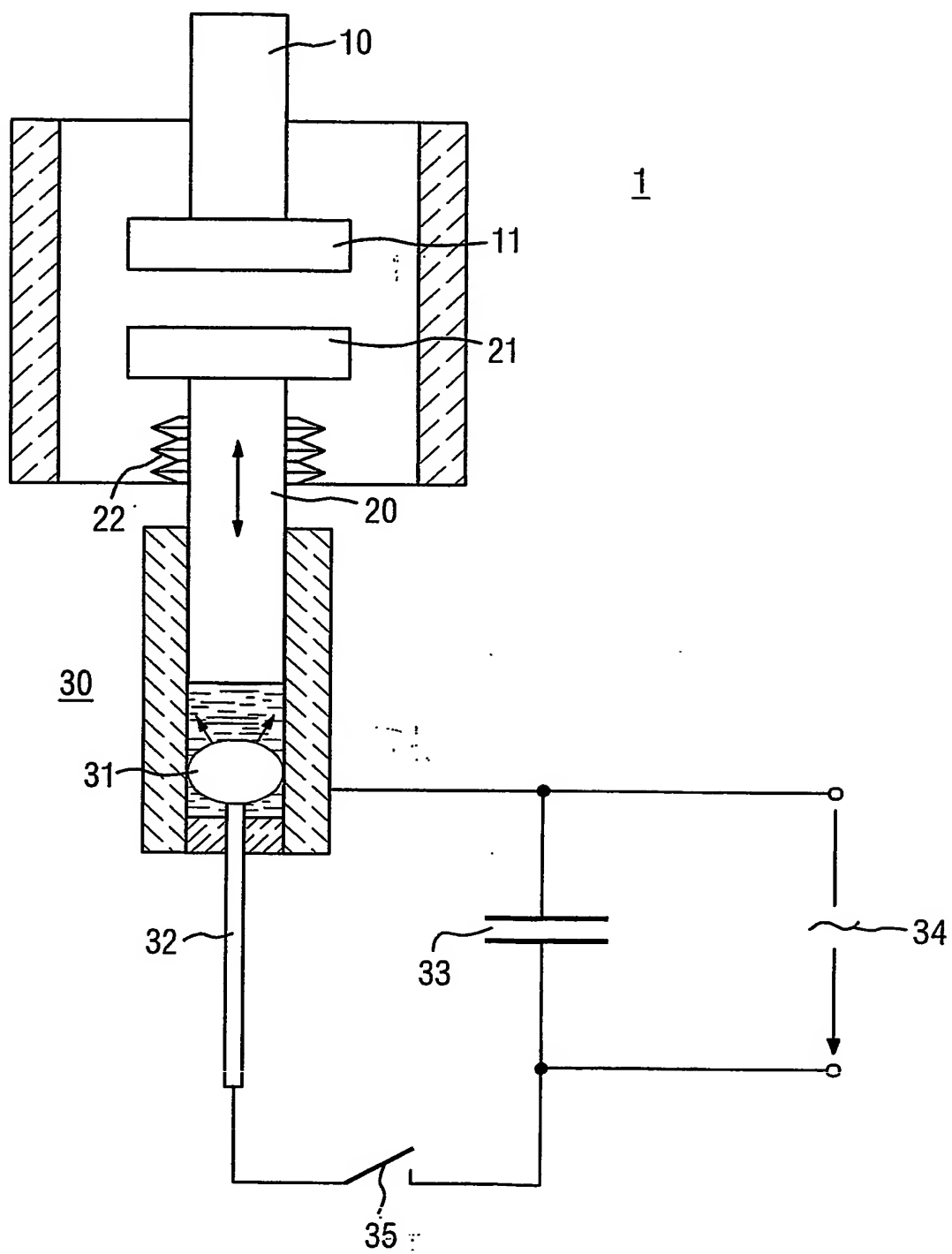


FIG 2

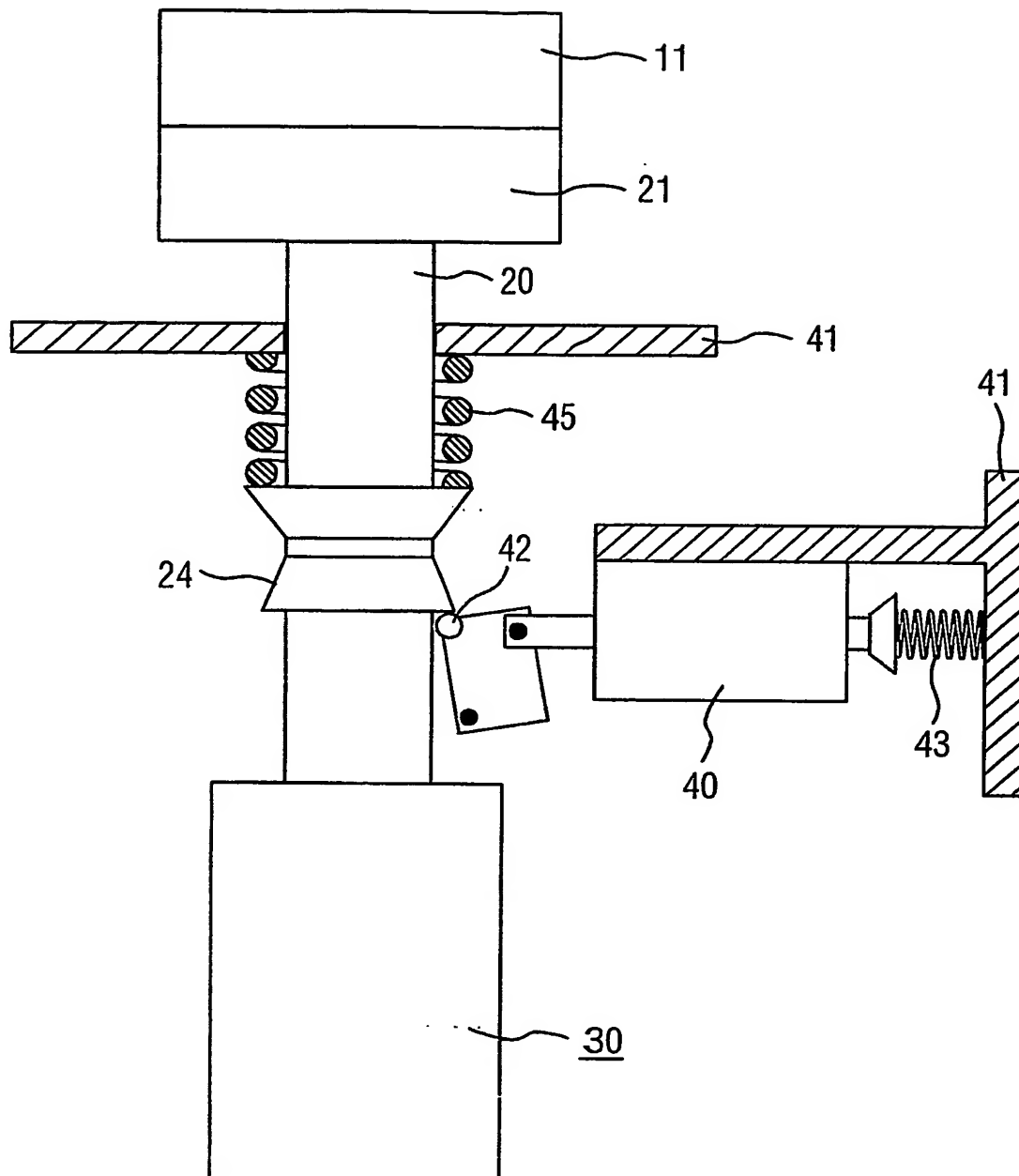


FIG 3

